

STRUKTUR KOMUNITAS MAKROZOOBENTHOS DAN KONDISI FISIKO KIMIAWI SEDIMEN DI PERAIRAN DONAN, CILACAP - JAWA TENGAH

Oleh : Agus Sudaryanto^{*)}

Abstrak

Studi tentang struktur komunitas makrozoobenthos dan hubungannya dengan karakteristik fisik kimia sedimen sebagai dampak kegiatan industri dan domestik lainnya telah dilakukan di perairan Donan, Cilacap, Jawa Tengah. Struktur komunitas makrozoobenthos di perairan Donan telah mengalami perubahan dengan ditunjukkan oleh keragaman dan kelimpahan spesies yang rendah. Sementara itu parameter lingkungan, seperti C-organik menunjukkan konsentrasi yang tinggi dan beberapa logam berat di sedimen juga terdeteksi. Konsentrasi logam berat bervariasi, yaitu Hg, Pb, Cd, Cr dan Ni dengan rata-rata konsentrasi berturut-turut sebagai berikut : 0,03 ppm; 7,4 ppm; 1,2 ppm; 14 ppm; 5,4 ppm; dan 3,2 ppm. Secara umum rendahnya kelimpahan makrozoobenthos ditemukan pada stasiun dengan kandungan logam berat yang tinggi, khususnya pada daerah sekitar kegiatan industri. Konsentrasi logam berat pada saat pengamatan terlihat lebih tinggi dari pengamatan sebelumnya. Hal ini menunjukkan telah terjadi pemasukan logam berat ke perairan Donan dimana aktivitas industri di sekitar perairan kemungkinan merupakan sumber utama pencemaran ini.

Kata kunci : makrozoobenthos, pencemaran, logam berat, bahan organik, sedimen, perairan Donan, Cilacap

1. PENDAHULUAN

Estuari telah dipertimbangkan sebagai salah satu tipe utama ekosistem pantai. Daerah ini merupakan zona transisi antara daratan dan lautan, sehingga mempunyai nilai strategis untuk kepentingan ekonomi dan pertahanan. Eksplorasi manusia di daerah ini telah meningkat meliputi berbagai budaya dan kegiatan, meliputi kegiatan ekonomi, perikanan dan akuakultur sampai kegiatan masal dari pelabuhan, kegiatan perkotaan dan fasilitas untuk turisme. Meningkatnya kegiatan manusia dan industri telah meningkatkan potensi resiko terhadap penurunan kualitas lingkungan dan manusia oleh adanya pencemaran yang ditimbulkannya. Sejumlah besar bahan-bahan berbahaya dan beracun telah dilepaskan ke lingkungan oleh kegiatan-kegiatan ini, diantaranya logam berat telah menjadi perhatian utama sebagai kontaminan.

Sementara itu organisme benthos telah dipertimbangkan sebagai bioindikator yang bagus untuk memonitor dampak pencemaran terhadap kualitas lingkungan, khususnya makrozoobenthos dikarenakan secara taksonomi lebih mudah untuk diidentifikasi⁽¹⁾. Pengkajian struktur komunitas makrozoobenthos sering digunakan untuk mengindikasikan kestabilan lingkungan, hal ini disebabkan oleh karena sifatnya yang menetap, mempunyai masa hidup yang relatif lama, mampu beradaptasi pada berbagai tekanan lingkungan, mempunyai peranan penting dalam peredaran nutrien dan berbagai bahan kimia diantara sedimen dan kolom air, serta secara ekonomi juga sangat penting⁽²⁾.

Struktur komunitas benthos dapat digambarkan melalui keragaman dan kelimpahannya⁽³⁾. Asumsi utama dalam mempertimbangkan model dari nilai komunitas adalah bahwa komunitas yang seimbang/sehat dapat dicerminkan oleh

^{*)} Penulis adalah pemerhati dan peneliti masalah lingkungan, saat ini bekerja pada Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.

tingginya biomassa, disusun oleh organisme yang hidup dalam jangka waktu yang lama, tingginya keragaman dan kelimpahan spesies penyusunnya⁽²⁾.

Estuari Donan yang terletak di Cilacap, Jawa Tengah telah berkembang menjadi pusat pertumbuhan baru dikarenakan sepanjang daerah ini telah digunakan sebagai pusat kegiatan industri, area pelabuhan transportasi dan perikanan, turisme dan kegiatan domesik lainnya. Studi ini mencoba untuk menggambarkan struktur komunitas makrozoobenthos dan kondisi sedimennya, seperti logam berat dan C-organik sebagai dampak berbagai kegiatan di sepanjang daerah aliran perairan Donan.

2. METODE

2.1 Studi Area

Sungai Donan terletak di wilayah Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. Sepanjang Sungai Donan telah dimanfaatkan untuk berbagai pemanfaatan, seperti industri, pelabuhan, pertanian, perikanan, kehutanan, turisme dan kegiatan domestik lainnya.

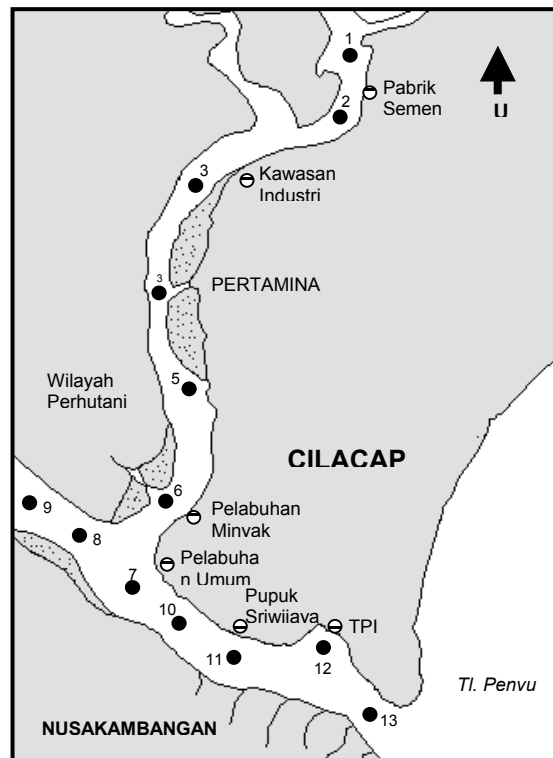
Sistem perairan Sungai Donan adalah sebuah ekosistem estuari yang dihubungkan dengan perairan Segara Anakan dan Lautan Hindia yang dihubungkan melalui Selat Nusakambangan. Perairan ini terlindungi oleh Pulau Nusakambangan dari Samudera Hindia. Hampir semua massa air mengalami pergantian, dengan tipe pasang surut diurnal⁽⁴⁾. Perairan Donan mempunyai aliran arus yang kuat dengan salinitas berkisar 22-23 ‰. Kedalaman perairan berkisar antara 3-12m dengan lebar jalur pelayaran \pm 80m.

2.2 Metode

Lokasi studi dipilih mengingat adanya berbagai aktivitas di sepanjang perairan Studi. Stasiun pengambilan sampel ditentukan berdasarkan pendekatan konseptual, yaitu secara logis dapat membedakan perubahan secara alami atau perubahan oleh karena proses pencemaran. Sampel sedimen permukaan diambil sepanjang 13 stasiun (Gambar 1) dengan 3 kali ulangan menggunakan peralatan *Ekman Grab*. Ke-13 stasiun tersebut adalah : *stasiun 1*, merupakan lokasi paling hulu di perairan Donan; *stasiun 2*, terletak di muka Pabrik Semen Nusantara; *stasiun 3*, terletak di dekat kawasan pengembangan industri Cilacap; *stasiun 4*, terletak di muka kilang minyak

Pertamina; *stasiun 5*, terletak di muara pembuangan *holding basin* kilang minyak Pertamina; *stasiun 6*, terletak di dekat kegiatan pelabuhan barang, penyeberangan dan Unit Pemasaran Dalam Negeri Pertamina; *stasiun 7*, terletak di muara perairan Donan; *stasiun 8 dan 9*, terletak di sebelah kanan muara Donan dan merupakan wilayah perhutani yang ditumbuhi bakau; *stasiun 10*, terletak di dekat kegiatan pelabuhan; *stasiun 11* terletak di dekat pabrik pupuk Sriwijaya; *stasiun 12*, terletak di dekat kegiatan Tempat Pelelangan Ikan Sentolo Kawat; dan *stasiun 13*, terletak di muara menuju Teluk Penyu. Seluruh sampel disimpan dalam plastik hitam dan dimasukkan dalam es bok dingin. Untuk mendapatkan sampel makro-zoobenthos, sedimen disaring dengan ayakan berukuran 0,5 mm². Sebelum identifikasi jenis, sampel benthos diawetkan dengan larutan *formalin-rosebengal*. Struktur komunitas makrozoobenthos digambarkan melalui jumlah jenis, kelimpahan dan indeks keragaman dan dominansi⁽³⁾.

Analisis kimiawi sedimen untuk logam berat dilakukan di Laboratorium Analitik Pertamina UP IV Cilacap, sedangkan C-organik dan fraksi sedimen dianalisis di laboratorium Tanah, Fakultas Pertanian IPB, Bogor. Identifikasi makrozoobenthos dilakukan di Laboratorium Limnologi, Fakultas Perikanan, IPB, Bogor.



Gambar 1. Lokasi stasiun pengambilan sampel sedimen.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Struktur Komunitas Makrozoobenthos

Hasil pengamatan struktur komunitas makrozoobenthos seperti tercermin dalam Tabel 1. Pada saat pengamatan ditemukan 68 spesies dengan kelimpahan maksimum 380 individu/m², sementara indeks kekeragaman dan dominansi terdiri dari 1,24-3,88 dan 0,08-0,51. Hasil ini menunjukkan bahwa struktur komunitas makrozoobenthos di perairan Donan disusun oleh komposisi dan kelimpahan spesies yang rendah. Whilm⁽⁵⁾ mengatak-an bahwa indeks keragaman di bawah 3,32 menunjukkan rendahnya keragaman spesies benthik di suatu ekosistem, sedangkan Kastoro⁽⁶⁾ mengklasifikasikan kelimpahan individu di bawah 500 individu/m² mengindikasikan rendahnya komposisi kelimpahan spesies.

Bila dibandingkan dengan hasil pengamatan Pertamina⁽⁷⁾ di Teluk Penyu, Samudera Hindia, hasil pengamatan keragaman dan jumlah total spesies tidak jauh berbeda. Tetapi bila dibandingkan dengan Teluk Jakarta, perairan Donan mempunyai keragaman spesies yang lebih tinggi sedangkan kelimpahan individunya relatif sama⁽⁶⁾.

Komposisi relatif komunitas makrozoobenthos pada saat pengamatan didominasi oleh kelompok moluska dan polychaeta

(Gambar 2). Jumlah jenis kelompok moluska, polychaeta, krustacea dan echinodermata berturut-turut adalah 38, 18, 8, dan 1 spesies. Pada pengamatan ini jenis polychaeta juga menunjukkan jumlah yang relatif tinggi. Hal ini kemungkinan disebabkan pengaruh bahan organik yang tinggi di lokasi pengamatan. Hasil pengamatan C-organik di area studi menunjukkan konsentrasi yang tinggi di hampir semua lokasi (Tabel 2).

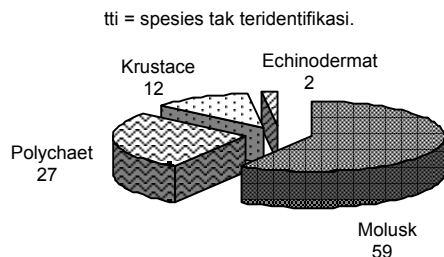
Kenyataan ini mungkin merupakan faktor penyebab utama mengapa pada stasiun 1 tidak ditemukan sampel benthos. Pada kasus tingginya kandungan bahan organik, beberapa kasus dapat menampakkan penurunan kelimpahan spesies, sementara spesies lain mengalami peningkatan. Akan tetapi sedimen yang mengandung berbagai bahan beracun secara tipikal memperlihatkan penurunan jumlah spesies dan kelimpahannya^(2,8). Komunitas makrozoobenthos yang mendapatkan tekanan berat umumnya disusun oleh spesies yang mempunyai komposisi *shallow water dwelling*, didominasi oleh individu spesies yang mempunyai umur hidup pendek dan umumnya *anellida polychaeta*⁽²⁾.

Rendahnya komposisi struktur makrozoobenthos di area studi menunjukkan telah terjadinya sesuatu terhadap ekosistem sehingga menyebabkan tekanan terhadap lingkungan. Organisme benthik sangat

Tabel 1. Struktur komunitas makrozoobenthos di perairan Donan pada saat pengamatan.

ST	Kelompok Organisme Makrozoobenthos										Kekayaan Jenis	Kelimpahan Total	Indeks Keragaman	Indeks Dominansi
	Moluska		Polychaeta		Krustacea		Echinodermata		tti					
	sp	k	sp	k	sp	k	sp	k	sp	k				
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,14
2	2	16	3	66	5	49	-	-	-	-	10	131	3,06	
3	10	173	7	116	3	91	-	-	-	-	20	380	3,81	0,10
4	5	58	1	33	-	-	-	-	1	8	7	165	2,24	0,28
5	5	58	-	-	-	-	-	-	-	-	5	58	2,22	0,23
6	3	33	1	33	-	-	-	-	-	-	4	66	1,74	0,35
7	6	117	-	-	-	-	-	-	-	-	6	117	2,50	0,18
8	7	107	4	58	-	-	-	-	-	-	11	165	3,23	0,13
9	7	100	8	116	-	-	-	-	2	33	17	299	3,88	0,08
10	6	66	3	66	-	-	-	-	1	8	10	140	3,09	0,14
11	2	16	1	33	-	-	-	-	-	-	3	49	1,24	0,51
12	7	90	3	66	1	8	1	8	1	8	13	180	3,45	0,11
13	1	8	3	66	2	42	-	-	1	8	8	166	2,76	0,17
Teluk Penyu ⁽⁷⁾											65	>726		
Teluk Jakarta ⁽⁶⁾											7-18	>375		

Keterangan : ST = Stasiun pengambilan sampel; sp = jumlah spesies (individu); k = kelimpahan individu (individu/m²);



Gambar 2. Komposisi relatif organisme makrozoobenthos.

sensitif terhadap gangguan habitat, termasuk melimpahnya kandungan bahan organik dan terkontaminasinya sedimen oleh bahan beracun seperti halnya logam berat⁽⁸⁾. Oleh sebab jenis organisme sangat bervariasi dalam responnya terhadap bahan pencemar, komunitas benthos akan mengalami perubahan secara dramatis dalam komposisi spesies dan kelimpahannya akibat pengaruh tekanan lingkungan dari bahan pencemar. Tekanan bahan pencemar yang akut seringkali mengakibatkan kematian dan spesies yang sangat sensitif secara mudah akan hilang dari komunitas. Daeur⁽²⁾ juga menemukan komunitas makrobenthos dari sedimen yang tercemar dengan susunan kekayaan spesies dan jumlah individu yang sangat rendah.

3.1 Kondisi Sedimen

Sedimen pada perairan pantai mempunyai peranan yang penting sebagai tempat berkumpulnya berbagai bahan pencemar, termasuk logam berat beracun. Juga telah diketahui bahwa logam berat di lingkungan perairan laut mempunyai kedudukan yang penting dalam studi ekotoksikologi oleh sebab persistensinya dan dapat beracun meskipun dalam konsentrasi yang kecil (*trace*). Pada sedimen laut, bahan organik memegang peranan penting dalam mengatur efek biologi dari *trace* logam berat, yaitu mungkin mempunyai sifat dalam detoksifikasi, membantu mencegah akumulasi secara biologi ataupun bahkan meningkatkan daya racunnya⁽⁹⁾.

Tabel 2 memperlihatkan konsentrasi beberapa logam berat, bahan organik dan fraksi sedimen di area studi. Komposisi dari fraksi sedimen didominasi oleh fraksi pasir dengan komposisi lebih dari 71 %. Meskipun demikian, sedimen pada area studi mengandung C-organik yang relatif tinggi berkisar antara 0,16 - 5,1 %. Relatif tingginya bahan organik pada area studi mengindikasikan adanya sumber anthropogenik baik dari aktivitas domestik, pelabuhan maupun dari industri. Hampir semua logam berat yang menjadi perhatian terdeteksi di semua lokasi, kecuali Hg di beberapa stasiun pengamatan. Konsentrasi logam berat Hg, Pb, Cd, Cu, Cr dan Ni di sedimen berturut-turut dalam kisaran tak terdeteksi - 0,09 ppm; 2,5 - 26 ppm; 0,76 - 1,7 ppm; 0,92 - 56 ppm; 1,8 - 12 ppm dan 1,5 -

Tabel 2. Kandungan logam berat, bahan organik dan fraksi sedimen di lokasi studi.

Stasiun	Konsentrasi Logam Berat (ppm)						Fraksi Sedimen (%)			C - organik
	Hg	Pb	Cd	Cu	Cr	Ni	Pasir	Lumpur	Liat	
1	0,020	6,87	1,14	1,37	4,12	2,29	82	16	2	5,10
2	ttd	4,02	1,01	9,06	5,23	2,01	83	14	3	0,43
3	0,020	8,71	1,45	15,68	9,00	8,71	87	11	2	0,83
4	0,016	4,07	1,02	15,69	4,48	2,04	83	12	5	0,31
5	0,036	7,32	1,22	15,39	5,12	2,44	92	7	2	0,31
6	ttd	26,4	1,22	55,45	3,65	6,43	80	8	2	0,33
7	ttd	3,92	0,96	12,36	5,10	1,96	81	9	10	0,35
8	0,025	6,73	1,12	12,35	4,94	2,24	96	3	2	0,35
9	0,007	2,53	1,27	12,66	4,05	2,53	79	18	3	0,86
10	0,089	11,4	1,42	22,23	11,97	3,99	98	2	0,2	0,16
11	0,048	2,46	1,23	3,45	2,46	2,46	98	2	0,2	0,27
12	0,008	6,67	1,67	3,00	8,34	8,34	71	25	4	0,98
13	0,011	4,59	0,76	0,92	1,84	1,84	98	2	0,4	0,39
Rata-rata	0,030	7,36	1,19	13,81	5,41	5,41	87	10	3	0,82
Referensi ⁽¹⁰⁾	na	2,66-3,87	ttd	1,23-18,68	0,09-0,65	na	na	na	na	na

Keterangan : ttd = tidak terdeteksi; na = tak tersedia data

8,7 ppm. Diantara logam berat yang diamati, konsentrasi Cu umumnya ditemukan paling tinggi di lokasi studi, diikuti oleh $Pb > Cr > Ni > Cd$. Bila dibandingkan dengan studi terdahulu yang dilakukan oleh Mansyur⁽¹⁰⁾ memperlihatkan bahwa level kontaminasi logam berat pada permukaan sedimen di beberapa lokasi telah mengalami peningkatan yang sangat berarti. Meskipun demikian sebaran logam berat pada area studi tidak memperlihatkan pola penyebaran yang jelas. Hal ini mungkin disebabkan oleh kondisi hidrodinamik dari perairan Donan yang mempunyai arus air yang kuat dengan pergantian massa air harian⁽⁴⁾. Akan tetapi secara umum, kandungan logam berat di stasiun-stasiun dekat kegiatan industri dan pelabuhan (stasiun 3, 4, 5, 6, 7 dan 10) mempunyai kecenderungan konsentrasi yang lebih tinggi dibanding stasiun yang lain. Dengan demikian kegiatan industri kemungkinan merupakan sumber utama dari pencemaran logam berat pada sedimen di area studi.

V. KESIMPULAN

Berbagai aktivitas kegiatan disekitar perairan Donan, Cilacap, Jawa Tengah, utamanya kegiatan industri, pelabuhan dan domestik telah memberikan kontribusi terhadap masuknya bahan pencemar ke perairan. Hal ini pada akhirnya mempengaruhi terhadap kualitas lingkungan perairannya. Struktur komunitas makrozoobenthos pada saat pengamatan telah mengalami tekanan dengan komposisi jenis dan kelimpahan yang rendah. Kandungan bahan organik di sedimen juga tinggi yang mengindikasikan masuknya bahan antropogenik, sementara logam berat terdeteksi di hampir semua lokasi dan relatif lebih tinggi dibanding pengamatan sebelumnya. Kemungkinan input baru bahan pencemar telah masuk ke lingkungan perairan. Tingginya kandungan logam berat disekitar kegiatan industri dan pelabuhan mengindikasikan sumber utama pemasukan logam berat dari lokasi tersebut.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pimpinan dan staf Laboratorium Analitik Pertamina UP IV, Cilacap atas pengambilan dan analisis sampel selama studi. Studi ini terlaksana atas bantuan dana Pertamina UP IV, Cilacap.

DAFTAR PUSTAKA

1. Austin, M. C., Richard, M. W., dan M. Carmen, R. 1989. *Meiobenthic and Macrobenthic Community Structure Along a Putative Pollution Gradient in Southern Portugal*. *Marine Pollution Bulletin*, Vol : 20, Number 8, pp. 398-405.
2. Daeur N. M. 1987. *Biological Criteria, Environmental Health and Estuarine Macrobenthic Community Structure*. *Marine Pollution Bulletin*, Vol : 26, Number 5, pp. 249-257.
3. Krebs, J. C. 1972. *Ecology : The Analysis of Distribution and Abundance*. Harper Row and Publisher. New York.
4. DESHIDROS. 1973. *Report of the Oceanographic Survey (Current and Tide) of Cilacap April-June 1973*. DESHIDROS. Jakarta.
5. Whilm, J. L. 1974. *Biological Indicators of Pollution: Studies in Ecology Volume 2 (B. Whitton ed.)*. Blackwell Scientific Publications. Oxford.
6. Kastoro, W. W. 1990. *Pengamatan Komunitas Benthos di Teluk Jakarta*. P3O-LIPI. Jakarta.
7. Pertamina UP IV. 1992. *Penyajian Informasi Lingkungan (PIL) Proyek Single Point Mooring (SPM) Pertamina UP IV Cilacap*. Pertamina. Cilacap.
8. Bilyard, G. R. 1987. *The Value of Benthic Infauna in Marine Pollution Monitoring Studies*. *Marine Pollution Bulletin*, Vol : 18, Number 11, pp. 581-585.
9. Fabiono, M., R. Danovaro, E. Magi and A. Mazzucotelli. 1994. *Effect of Heavy Metals on Benthic Bacteria in Coastal Marine Sediment: Field Result*. *Marine Pollution Bulletin*, Vol : 28, Number 5, pp. 18-23.
10. Mansyur, S. 1982. *Kandungan dan Distribusi Logam Berat di Perairan Pantai Cilacap di Segara Anakan*. Skripsi. Fakultas Perikanan IPB. Bogor.

RIWAYAT PENULIS

Penulis lahir di Sragen, 21 Januari 1969, mendapatkan gelar ilmu dan teknologi kelautan dari Fakultas Perikanan IPB, Bogor pada tahun 1993; menyelesaikan *Master of Science* bidang kimia Lingkungan dan ekotoksikologi di *Center for Marine Environmental Studies, Ehime University*, Jepang pada tahun 2001. Sejak tahun 1994 bergabung dengan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.

